



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
03.10.2012 Bulletin 2012/40

(51) Int Cl.:
B29C 33/04 (2006.01) B29C 33/38 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **11160278.5**

(22) Date de dépôt: **29.03.2011**

(84) Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Etats d'extension désignés:
BA ME

(72) Inventeur: **Luquain, Serge**
63340 Saint Germain Lembron (FR)

(74) Mandataire: **Maureau, Philippe et al**
Cabinet GERMAIN & MAUREAU
12, rue Boileau
B.P. 6153
69466 Lyon Cedex 06 (FR)

(71) Demandeur: **Techni-Modul Engineering**
63114 Coudes (FR)

(54) **Procédé de fabrication d'un outillage de moulage destiné au moulage d'une pièce en matériau composite**

(57) La présente invention concerne un procédé de fabrication d'un outillage de moulage destiné au moulage d'une pièce en matériau composite, notamment destinée au domaine technique de l'automobile ou de l'aéronautique. L'outillage de moulage est réalisé en un matériau

composite. De plus, le circuit du fluide caloporteur que comprend ledit outillage de moulage a été réalisé au cours du procédé de fabrication de l'outillage de moulage, et ce au moyen d'un noyau (2) en un matériau dispersible dans un liquide tel que de l'eau.

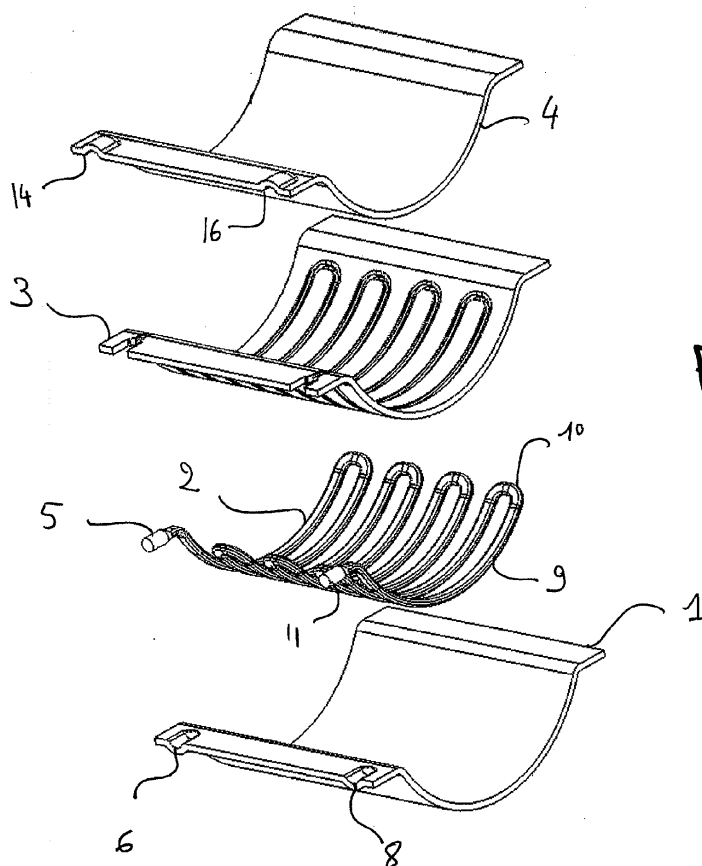


Fig. 1

Description

[0001] L'invention concerne le domaine de l'outillage de moulage, et plus particulièrement de moulage de pièces en matériau composite de grandes dimensions, utilisées notamment dans le domaine de l'aéronautique ou de l'automobile.

[0002] Dans certains secteurs d'activités, tels que celui de l'aéronautique ou de l'automobile, de nombreuses pièces, souvent de grandes dimensions, sont réalisées en matériaux composites. L'optimisation et le paramétrage de la forme de ces pièces ont fait l'objet d'études très poussées. C'est pourquoi, lors de la réalisation en série de ces pièces, et plus précisément lors de leur moulage, il est essentiel de disposer d'un outillage de moulage de qualité et de haute précision permettant d'obtenir une pièce moulée, dont la forme se conforme parfaitement aux paramètres déterminés lors de sa mise au point et ne présentant aucun défaut.

[0003] Par matériau composite, on entendra dans le cadre de la présente invention, un matériau constitué :

- d'une ossature (ou autrement dit d'un renfort) réalisée à partir de fibres, qui assure la tenue mécanique du matériau composite et
- d'une matrice, en l'occurrence une résine thermodurcissable ou bien une résine thermoplastique, qui assure la cohésion du matériau composite.

[0004] Lorsque la résine est une résine thermodurcissable, l'outillage de moulage doit être soumis à un cycle thermique parfaitement établi en fonction du procédé de moulage choisi et de la nature de la résine, de manière à obtenir le durcissement adéquat de la résine, de par sa polymérisation, au sein du réseau de fibres. Le cycle thermique comprend généralement les étapes suivantes :

- 1) une 1^{ière} montée en température depuis la température ambiante jusqu'à une température d'un 1^{ier} palier de maintien (à environ 100°C) ;
- 2) le maintien de la température à ce 1^{er} palier de température pendant une durée déterminée ;
- 3) une 2^{ième} montée en température depuis la température du 1^{ier} palier de maintien jusqu'à une température d'un 2^{ième} palier de maintien (à environ 180°C) ;
- 4) le maintien de la température à ce 2^{ième} palier de température pendant une durée déterminée. Au cours de cette étape s'effectue le durcissement de la résine thermodurcissable (ou autrement dit sa polymérisation ou sa réticulation) ;
- 5) une descente en température depuis la température du 2^{ième} palier de maintien jusqu'à la température de démoulage (d'environ 60°C).

[0005] En fonction du procédé de moulage choisi, le nombre de paliers de maintien de température peut varier

de 1 à 10.

[0006] Lorsque la résine est une résine thermoplastique, l'outillage de moulage doit être aussi soumis à un cycle thermique parfaitement établi en fonction du procédé de moulage choisi et de la nature de la résine, de manière à obtenir le durcissement adéquat de la résine au sein du réseau de fibres. Dans ce cas, le cycle thermique peut comprendre une seule étape de montée en température et une seule étape de refroidissement. Il n'y a pas nécessité de maintien de température tel que cela a été décrit ci-dessus dans le cas d'une résine thermodurcissable.

[0007] Pendant la phase de refroidissement du cycle thermique, si l'outillage de moulage est réalisé en acier ou en aluminium, il exerce des contraintes mécaniques sur la pièce en matériau composite tout juste moulée. En effet, le coefficient de dilatation thermique d'un matériau composite est de l'ordre de $2,5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ soit inférieur à celui de l'acier ($12 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$) ou de l'aluminium ($24 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$) dont est habituellement constitué l'outillage de moulage. C'est pourquoi, lors du refroidissement, la pièce moulée en matériau composite se trouve « prise en étau » par l'outillage de moulage, du fait de la rétraction plus importante de l'outillage de moulage que celle de la pièce moulée en matériau composite. Cela peut dégrader considérablement la pièce moulée en entraînant l'apparition de fêlures, voire la briser, et ce tout particulièrement si celle-ci est de grandes dimensions. Par exemple, sur un outillage de moulage en acier d'une longueur de 4m, une rétraction de l'ordre de 7 mm peut se produire.

[0008] Afin de s'affranchir de ce problème causé par la différence de rétraction entre l'outillage de moulage et la pièce moulée lors du refroidissement, il est possible d'envisager de démouler à chaud la pièce tout juste moulée, soit généralement à une température de l'ordre de 180°C. Cependant, cette solution se heurte à des problèmes de sécurité.

[0009] Il est aussi possible d'envisager d'utiliser un outillage de moulage en un acier commercialisé sous la dénomination commerciale INVAR®. En effet, l'INVAR® est un acier à coefficient de dilatation thermique de $1,2 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ qui, par conséquent, n'induit pas de contraintes mécaniques dans la pièce en matériau composite lors de l'étape de refroidissement. Cependant, cet alliage est très coûteux, de l'ordre de dix fois le coût d'un acier dont est habituellement constitué un outillage de moulage.

[0010] Il a été aussi envisagé de disposer d'un outillage de moulage réalisé lui aussi en un matériau composite. De cette façon, l'outillage de moulage et la pièce moulée étant constitués d'un même matériau, il ne se pose plus le problème causé par la différence de rétraction entre l'outillage de moulage et la pièce moulée lors du refroidissement.

[0011] En outre, la gestion des étapes du cycle thermique décrit ci-dessus est réalisée grâce à un fluide caloporteur circulant à l'intérieur de l'outillage de moulage.

[0012] Il est essentiel que la circulation du fluide calo-

porteur soit conçue et dimensionnée de façon à respecter les vitesses de montée et de descente en température, ainsi que les homogénéités thermiques des paliers de maintien de température.

[0013] Pour cela, il faut que :

- la surface d'échange entre le fluide caloporteur et l'outillage de moulage soit suffisante pour fournir la puissance nécessaire au respect des vitesses de montée et de descente en température du cycle thermique.
- le positionnement du circuit de fluide caloporteur au sein de l'outillage de moulage soit défini précisément, afin de respecter les homogénéités thermiques aux paliers de maintien en température. De manière avantageuse, la distance entre le circuit de fluide caloporteur et la surface moulante de l'outillage de moulage doit être constante.

[0014] Afin de permettre la réalisation d'un circuit du fluide caloporteur à l'intérieur de l'outillage de moulage se conformant aux exigences précitées, plusieurs solutions, telles que le forage, l'intégration de tuyaux ou encore le rainurage ont été mises en oeuvre lors de la fabrication d'un outillage de moulage.

[0015] Cependant, ces différentes solutions présentent des inconvénients.

[0016] La solution de l'intégration de tuyaux consiste à intégrer des tuyaux à l'étape de réalisation du bloc matière par fonderie ou par soudure. Elle est limitée à des outillages de moulage réalisés en fonderie ou à des outillages de moulage de forme peu complexe (intégration par soudure). De plus, cette technique génère une interface thermique supplémentaire (tuyau) entre le fluide caloporteur et la surface moulante de l'outillage de moulage. Cela a pour conséquence de dégrader les performances thermiques (vitesse et homogénéité) de l'outillage de moulage.

[0017] La solution de forage qui consiste à forer des passages cylindriques dans l'outillage de moulage n'est pas adaptée à des formes de coquille complexes dont peut être constitué l'outillage de moulage. En effet, les forages étant droits, il est difficile de réaliser un passage à une distance constante de la surface moulante de l'outillage de moulage en tous points. De plus, cette technique est limitée en dimensions. La longueur droite maximale réalisable par forage est de l'ordre de 12 mètres.

[0018] La solution du rainurage et de l'assemblage consiste à réaliser des rainures dans l'outillage de moulage pour créer le passage de fluide caloporteur. Une plaque est ensuite rapportée et vissée afin de fermer le circuit de fluide de caloporteur. Un joint torique est implanté à l'extérieur de ce rainurage entre la coquille de l'outillage de moulage et la plaque de manière à assurer l'étanchéité du circuit du fluide caloporteur. Cette technique est aussi limitée à des outillages de moulage de forme peu complexe. De plus, elle est réalisée par usinage et demeure coûteuse. Enfin, en fonction de la durée

de vie de l'outillage de moulage, cette solution pourra nécessiter de la maintenance (par exemple le remplacement du joint torique).

[0019] En outre, le matériau composite, en particulier lorsqu'il est principalement constitué de fibres de carbone et de résine époxyde, est un matériau difficile à usiner. Il nécessite l'utilisation d'outils coupants spécifiques et onéreux. Par ailleurs, les poussières générées pendant l'usinage d'un tel matériau composite sont dangereuses pour l'opérateur et nécessite de prendre des précautions contraignantes.

[0020] On comprend aisément de cette description de l'état de l'art en matière d'outillage de moulage que la conception et la mise au point d'un outillage de moulage destiné au moulage d'une pièce en matériau composite se révèlent particulièrement complexes. En particulier, les procédés connus de fabrication d'outillage de moulage ne sont pas bien adaptés pour la réalisation d'un circuit de fluide caloporteur qui puisse parcourir de manière optimale pour les échanges thermiques toute la surface moulante de l'outillage de moulage.

[0021] La présente invention remédie à l'ensemble de ces inconvénients en proposant un procédé de fabrication d'un outillage de moulage qui est parfaitement approprié au moulage de toute pièce en matériau composite.

[0022] Le procédé de fabrication d'un outillage de moulage destiné au moulage d'une pièce en matériau composite selon l'invention se caractérise en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- a) On dispose d'un support.
- b) On dispose un premier empilement de tissus composites sur le support, lesdits tissus composites consistant en des fibres ayant été préimprégnées ou poudrées d'une résine thermodurcissable ou d'une résine thermoplastique.
- c) On dispose sur le premier empilement de tissus composites un noyau en un matériau dispersible dans un liquide, ledit noyau ayant la forme d'un circuit de fluide caloporteur adapté à l'outillage de moulage.
- d) On dispose un deuxième empilement de tissus composites sur le premier empilement de tissus composites en comblant l'espace laissé libre par le noyau de manière à ce que l'épaisseur du deuxième empilement de tissus composites soit essentiellement égale à celle du noyau.
- e) On dispose un troisième empilement de tissus composites sur le deuxième empilement de tissus composites.
- f) On comprime l'ensemble des empilements de tissus composites obtenu à l'issue de l'étape e).
- g) On effectue un cycle thermique, ledit cycle thermique étant conçu de manière à durcir la résine thermodurcissable ou la résine thermoplastique pour obtenir une forme moulée et ledit matériau dispersible dans un liquide demeurant stable à la température maximale atteinte au cours dudit cycle thermique.

h) On démoule la forme moulée obtenue à l'issue de l'étape g).

i) On réalise la dissolution du noyau au moyen du liquide dans lequel le matériau est dispersible en vue de l'élimination de celui-ci.

j) On obtient un outillage de moulage en un matériau composite.

[0023] L'outillage de moulage obtenu selon le procédé de fabrication ne posera pas de problème causé par la différence de rétraction entre l'outillage de moulage et la pièce moulée en un matériau composite lors du refroidissement, puisqu'il est lui-même réalisé en un matériau composite.

[0024] Par tissu composite, on entend tout tissu préimprégné ou poudré ainsi qu'une nappe de matériau composite.

[0025] Les tissus composites peuvent comprendre des fibres de renfort choisies dans le groupe constitué par les fibres de carbone, les fibres de verre et les fibres d'aramide.

[0026] Selon une variante avantageuse de l'invention, les tissus composites consistent en des fibres qui ont été préimprégnées ou poudrées d'une résine thermodurcissable.

[0027] La résine thermodurcissable peut être choisie dans le groupe constitué par les résines polyester insaturés, les résines époxyde, les résines vinylester, les résines phénoliques, les résines polyimides, les résines polystyrylpyridine.

[0028] Selon une autre variante avantageuse de l'invention, les tissus composites consistent en des fibres qui ont été préimprégnées ou poudrées d'une résine thermoplastique.

[0029] La résine thermoplastique peut être choisie dans le groupe constitué par les polyéther éther cétone, les polyamides, les polyétherimides, les polyéthylènes, les polypropènes, les poly(sulfure de phénylène).

[0030] De préférence, le liquide dans lequel le matériau est dispersible est de l'eau.

[0031] De manière préférée, ce matériau est obtenu à partir d'un mélange contenant :

- au moins une charge telle que du sable, du quartz,
- au moins un liant soluble dans l'eau, de préférence choisi parmi les liants organiques, tels que les polysaccharides, et tout particulièrement les amidons et dérivés d'amidon.
- de l'eau.

[0032] Le matériau peut en outre contenir des particules de verre et/ou de la poudre d'un métal, tel que l'aluminium, le cuivre, ou une poudre de bronze ou bien encore d'autres liants, tels que des alcools polyvinyliques.

[0033] La mise en forme du noyau peut être réalisée par tout procédé à la portée de l'homme du métier. Le noyau ainsi obtenu est sous une forme compacte et est quasiment sec.

[0034] Selon un mode de réalisation du procédé de fabrication de l'outillage de moulage, on réalise le noyau en un matériau dispersible dans un liquide par moulage en une seule pièce.

5 **[0035]** Selon un autre mode de réalisation du procédé de fabrication de l'outillage de moulage, on réalise le noyau en un matériau dispersible dans un liquide à partir de plusieurs tronçons qui sont raccordés les uns aux autres.

10 **[0036]** Ce mode de réalisation permet une réalisation aisée du noyau, et ce par l'emploi de moules standard destinés au moulage des tronçons. Une forme complexe et de grande dimension du noyau peut être techniquement aisément obtenue selon ce mode de réalisation.

15 **[0037]** Au cours de l'étape i) du procédé de fabrication d'un outillage de moulage, on peut réaliser la dissolution du noyau par projection du liquide ou par immersion dans le liquide dans lequel est dispersible le matériau.

[0038] Le procédé de fabrication d'un outillage de moulage selon l'invention propose ainsi une réalisation du circuit du fluide caloporteur au sein de l'outillage de moulage ne nécessitant pas de moyens techniques complexes, ni dangereux d'un point de vue de la sécurité, et de surcroît tout en garantissant un circuit de fluide caloporteur assurant parfaitement sa fonction de transport de chaleur de manière homogène au sein de l'ensemble de l'outillage de moulage. La pièce moulée grâce à l'outillage de moulage obtenu selon le procédé de fabrication tel que décrit ci-dessus est moulée dans des conditions tout à fait adéquates de moulage, puisque l'outillage de moulage est parcouru de manière optimale par le circuit de fluide de caloporteur, et ainsi toutes les parties la pièce en matériau composite ont bénéficié des mêmes échanges thermiques.

35 **[0039]** Au cours de l'étape f) du procédé de fabrication de l'outillage de moulage, on comprime l'ensemble des empilements de tissus composites obtenu à l'issue de l'étape e). Pour ce faire, il est possible de disposer une bâche sur le troisième empilement de tissus composites de manière étanche, par exemple au moyen d'un mastic. Ensuite, on tire le vide de manière à instaurer une dépression de l'ordre de 1 bar et donc à comprimer l'ensemble des empilements de tissus composites. Pour renforcer l'effort de compression, cette étape de compression peut être réalisée dans un autoclave. Il est aussi possible de réaliser la compression de l'étape f) par pressage au moyen d'un deuxième support que l'on dispose sur le troisième empilement de tissus composites.

50 **[0040]** Selon un mode de réalisation préféré, la surface du premier empilement de tissus composites en contact avec le support au cours du procédé de fabrication constitue la surface moulante de l'outillage de moulage. Dans ce mode de réalisation, il doit avoir été tenu compte lors de la conception du support de la différence de rétraction entre le support et l'outillage de moulage lors du refroidissement pour mouler une surface moulante de l'outillage de moulage de la forme souhaitée pour le moulage d'une pièce en matériau composite. Ce mode de

réalisation est préféré car il ne nécessite pas d'usinage de la surface moulante de l'outillage de moulage.

[0041] Selon un autre mode de réalisation, la surface moulante de l'outillage de moulage est constituée par la surface du troisième empilement de tissus composites opposée à la surface du troisième empilement de tissus composites en contact avec le deuxième empilement de tissus composites. Dans ce mode de réalisation, il est alors nécessaire d'effectuer des finitions de manière à obtenir la surface moulante souhaitée pour le moulage d'une pièce en matériau composite. Selon ce mode de réalisation de l'invention, le procédé de fabrication d'un outillage de moulage comprend alors une étape supplémentaire d'usinage de la surface moulante de l'outillage de moulage.

[0042] L'invention concerne aussi un outillage de moulage destiné au moulage d'une pièce en matériau composite susceptible d'être obtenu selon le procédé de fabrication d'un outillage de moulage tel que décrit ci-dessus.

[0043] De manière préférée, la pièce en matériau composite est une pièce destinée au domaine technique de l'automobile ou de l'aéronautique.

[0044] Le procédé de fabrication selon l'invention concilie ainsi une mise en oeuvre technique aisée avec des coûts économiques réduits, tout en ne se heurtant pas à des problèmes de sécurité.

[0045] L'invention sera mieux comprise à l'aide de la description détaillée qui est exposée ci-dessous en référence au dessin annexé représentant, à titre d'exemple non limitatif, une forme de réalisation des différents éléments constitutifs de l'outillage de moulage et du noyau.

La figure 1 est une vue en perspective éclatée des différents éléments constitutifs de l'outillage de moulage et du noyau.

La figure 2 est une vue de face du noyau désassemblé.

La figure 3 est une vue en perspective des différents éléments constitutifs de l'outillage de moulage et du noyau.

La figure 4 est une vue en coupe des différents éléments constitutifs de l'outillage de moulage et du noyau suivant la ligne IV-IV de la figure 3.

[0046] Sur la figure 1 sont représentés :

- un premier empilement de tissus composites 1 ;
- un deuxième empilement de tissus composites 3 ;
- un troisième empilement de tissus composites 4.

[0047] Les tissus composites de ces empilements de tissus composites 1, 3, 4 ont été obtenus à partir d'un tissage de fibres de carbone imprégnées d'une résine époxyde.

[0048] Le premier empilement de tissus de composites 1, le deuxième empilement de tissus de composites 3 et le troisième empilement de tissus composites 4 ont une

forme incurvée selon la courbure de la surface de moulage de l'outillage de moulage souhaitée.

[0049] Le noyau 2 a été réalisé en un matériau dispersible dans de l'eau.

5 **[0050]** Le noyau 2 se décompose en :

- 8 tronçons 9 identiques. Les tronçons 9 sont incurvés selon une courbure essentiellement similaire à la courbure de la surface moulante souhaitée de l'outillage de moulage.
- 7 tronçons 10 identiques destinés à raccorder entre eux les tronçons 9,
- un tronçon 17 qui est moulé à l'intérieur d'un embout d'entrée 5 et qui est destiné à être raccordé à un tronçon 9,
- un tronçon 18 qui est moulé à l'intérieur d'un embout de sortie 11 et qui est destiné à être raccordé à un tronçon 9.

20 **[0051]** Des moules de forme standard ont été utilisés pour mouler les tronçons 9 et les raccords 10. Les tronçons 9, les raccords 10, le tronçon 17 et le tronçon 18 sont assemblés par collage au moyen d'un liant adapté au matériau dispersible dans l'eau dont est constitué le noyau 2 de manière à constituer le parcours du circuit du fluide caloporteur de la forme souhaitée.

25 **[0052]** Comme représenté sur la figure 1, le deuxième empilement de tissus composites 3 a été découpé de manière à dégager un espace libre pour le passage du noyau 2 lors de la disposition du deuxième empilement de tissus composites 3 sur le premier empilement de tissus composites 1. De plus, l'épaisseur du deuxième empilement de tissus composites 3 est telle qu'une fois disposé sur le premier empilement de tissus composites 1, le noyau 2 et le deuxième empilement de tissus composites 3 définissent une surface substantiellement plane.

30 **[0053]** Sur le premier empilement de tissus composites 1 ont été ménagés un évidement 6 destiné à loger l'embout d'entrée 5 et un évidement 8 destiné à loger l'embout de sortie 11.

[0054] L'embout d'entrée 5 et l'embout de sortie 11 sont réalisés en métal.

35 **[0055]** Sur le troisième empilement de tissus composites 4 ont été ménagés un évidement 14 destiné à loger l'embout d'entrée 5 et un évidement 16 destiné à loger l'embout de sortie 11.

40 **[0056]** Au cours de l'étape g) du procédé de fabrication de l'outillage de moulage, la résine époxyde de chacun des premier empilement de tissus composites 1, deuxième empilement de tissus composites 3, troisième empilement de tissus composites 4 se disperse dans l'ensemble de ces empilements de tissus composites 1, 3, 4. Ainsi la distinction de chacun de ces empilements de tissus composites 1, 3, 4 n'est plus visible.

45 **[0057]** Aussi, lors de l'étape g) du procédé de fabrication d'un outillage de moulage, la résine époxyde colle l'embout d'entrée 5 et l'embout de sortie 11 sur le premier

empilement de tissus composites 1, le deuxième empilement de tissus composites 3 et le troisième empilement de tissus composites 4.

[0058] A l'étape i) du procédé de fabrication d'un outillage de moulage, on réalise la dissolution du noyau 2 au moyen d'un jet d'eau sous pression en reliant l'embout d'entrée 5 à une source d'eau (non représentée) et en reliant l'embout de sortie 11 à un moyen de recyclage de l'eau et du matériau dispersible dans l'eau (non représenté).

[0059] On obtient ainsi un outillage de moulage en un matériau composite de fibres de carbone et de résine époxyde qui comporte un circuit destiné au transport d'un fluide caloporteur. L'embout d'entrée 5 est relié à une source de fluide caloporteur (non représentée) et l'embout de sortie 11 est relié à un moyen de récupération du fluide caloporteur (non représenté).

Revendications

1. Procédé de fabrication d'un outillage de moulage destiné au moulage d'une pièce en matériau composite qui se **caractérise en ce qu'il** comprend les étapes suivantes :

- a) On dispose d'un support.
- b) On dispose un premier empilement de tissus composites (1) sur le support, lesdits tissus composites consistant en des fibres ayant été préimprégnées ou poudrées d'une résine thermodurcissable ou d'une résine thermoplastique.
- c) On dispose sur le premier empilement de tissus composites (1) un noyau (2) en un matériau dispersible dans un liquide, ledit noyau (2) ayant la forme d'un circuit de fluide caloporteur adapté à l'outillage de moulage.
- d) On dispose un deuxième empilement de tissus composites (3) sur le premier empilement de tissus composites (1) en comblant l'espace laissé libre par le noyau (2) de manière à ce que l'épaisseur dudit deuxième empilement de tissus composites (3) soit essentiellement égale à celle du noyau (2).
- e) On dispose un troisième empilement de tissus composites (4) sur le deuxième empilement de tissus composites (3).
- f) On comprime l'ensemble des empilements de tissus composites (1, 3, 4) obtenu à l'issue de l'étape e).
- g) On effectue un cycle thermique, ledit cycle thermique étant conçu de manière à polymériser la résine thermodurcissable ou la résine thermoplastique pour obtenir une forme moulée et ledit matériau dispersible dans un liquide demeurant stable à la température maximale atteinte au cours dudit cycle thermique.
- h) On démoule la forme moulée obtenue à l'is-

sue de l'étape g).

i) On réalise la dissolution du noyau au moyen du liquide dans lequel le matériau est dispersible en vue de l'élimination de celui-ci.

j) On obtient un outillage de moulage en un matériau composite.

2. Procédé de fabrication d'un outillage de moulage selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'il** consiste à réaliser le noyau (2) en un matériau dispersible dans un liquide par moulage en une seule pièce.

3. Procédé de fabrication d'un outillage de moulage selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'il** consiste à réaliser le noyau (2) en un matériau dispersible à partir de plusieurs tronçons (9,10,17,18) qui sont raccordés les uns aux autres.

4. Procédé de fabrication d'un outillage de moulage selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'on** réalise la dissolution du noyau (2) par projection du liquide ou par immersion dans le liquide dans lequel est dispersible le matériau.

5. Procédé de fabrication d'un outillage de moulage selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le liquide dans lequel le matériau est dispersible est de l'eau.

6. Procédé de fabrication d'un outillage de moulage selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** le matériau dispersible dans un liquide est obtenu à partir d'un mélange contenant :

- au moins une charge telle que du sable ou du quartz,
- au moins un liant soluble dans l'eau, de préférence choisi parmi les liants organiques,
- de l'eau.

7. Procédé de fabrication d'un outillage de moulage selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comprend en outre une étape d'usinage de la surface moulante dudit outillage de moulage.

8. Procédé de fabrication d'un outillage de moulage selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la résine thermodurcissable est choisie dans le groupe constitué par les résines polyesters insaturés, les résines époxyde, les résines vinylester, les résines phénoliques, les résines polyimides, les résines polystyrylpyridine.

9. Procédé de fabrication d'un outillage de moulage selon l'une quelconque des revendications précédentes,

tes, **caractérisé en ce que** les tissus composites comprennent des fibres de renfort choisies dans le groupe constitué par les fibres de carbone, les fibres de verre et les fibres d'aramide.

5

10. Outillage de moulage destiné au moulage d'une pièce en matériau composite susceptible d'être obtenu selon le procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications 1 à 9.

10

15

20

25

30

35

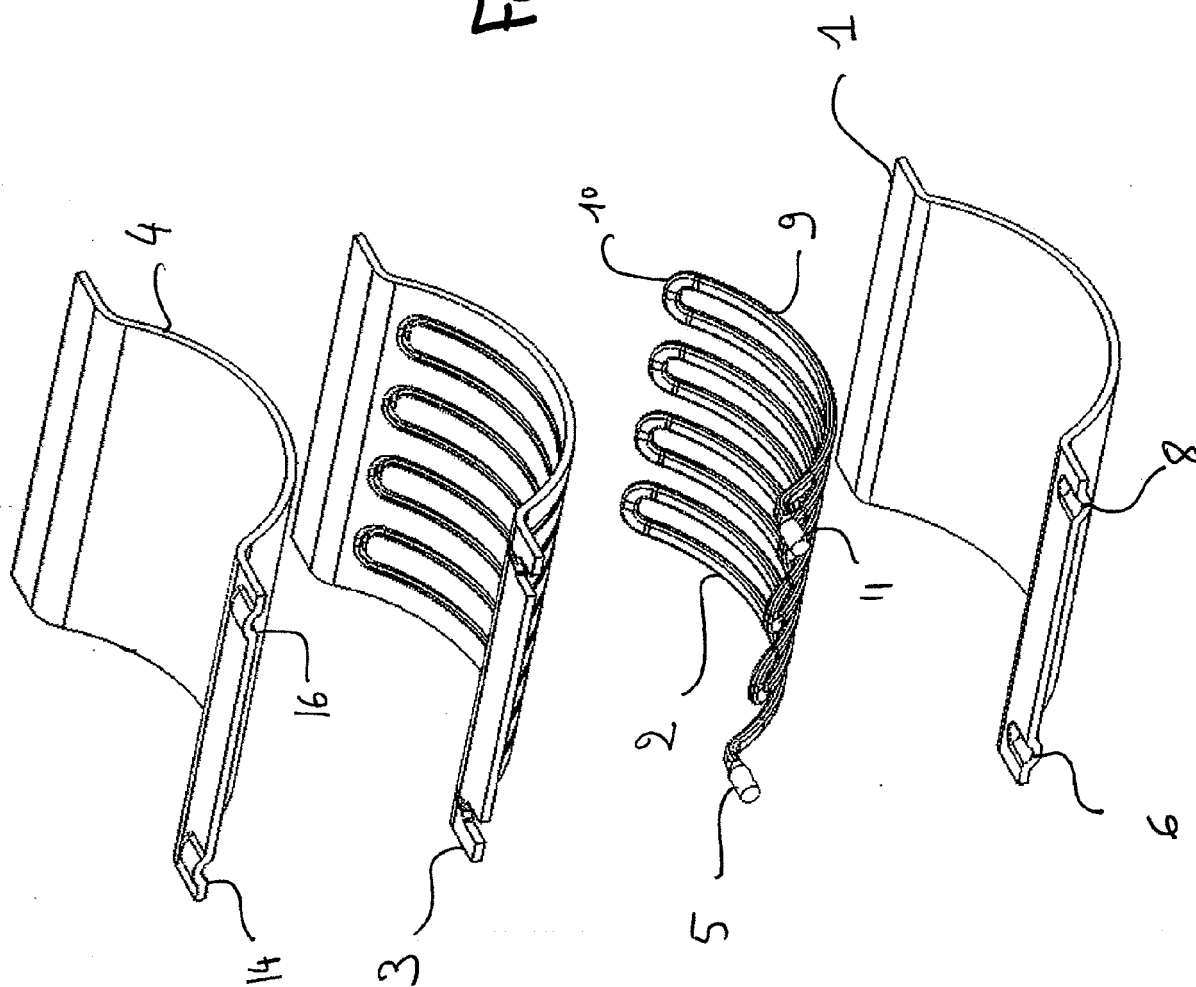
40

45

50

55

Fig. 1



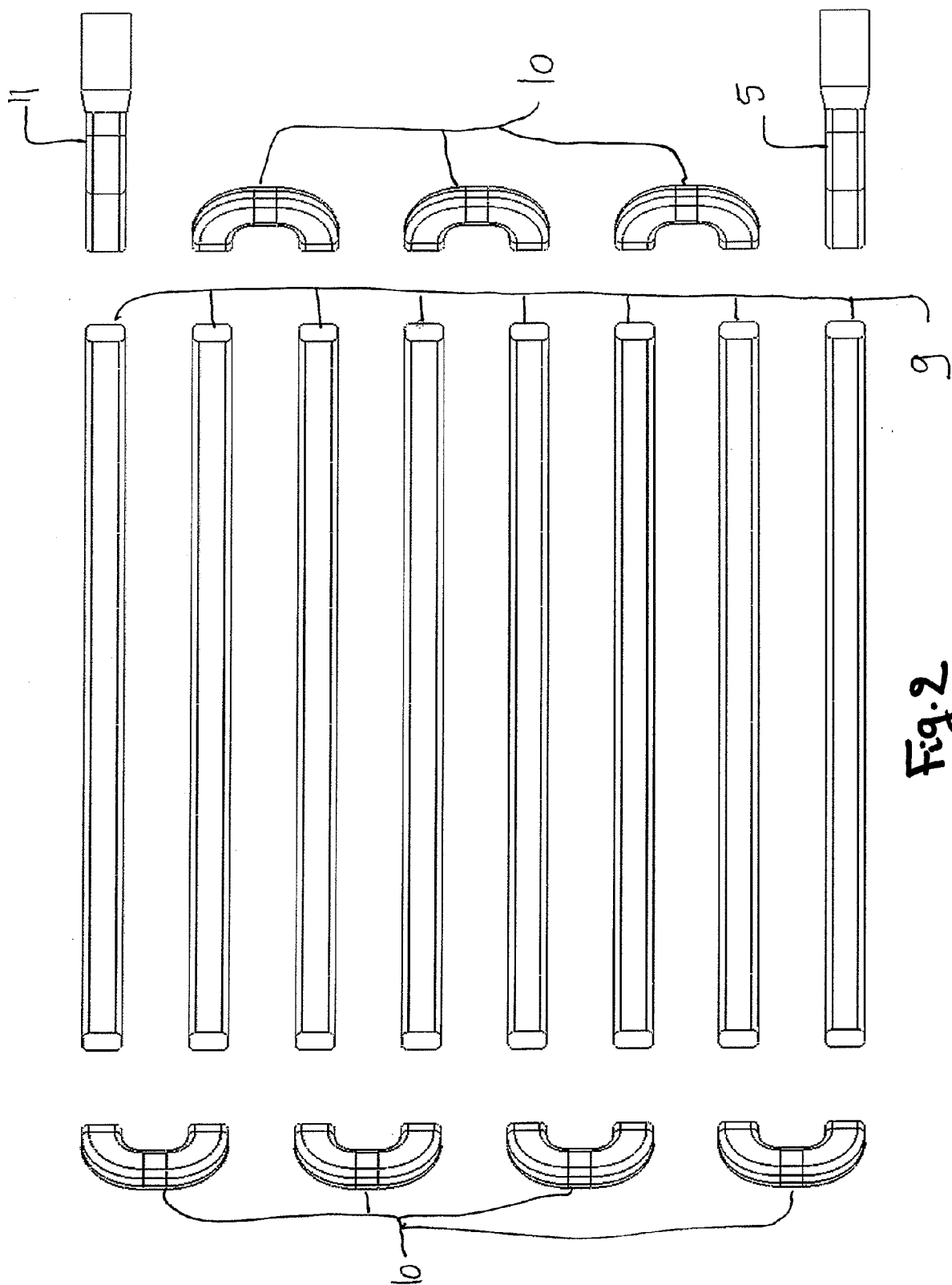


Fig. 2

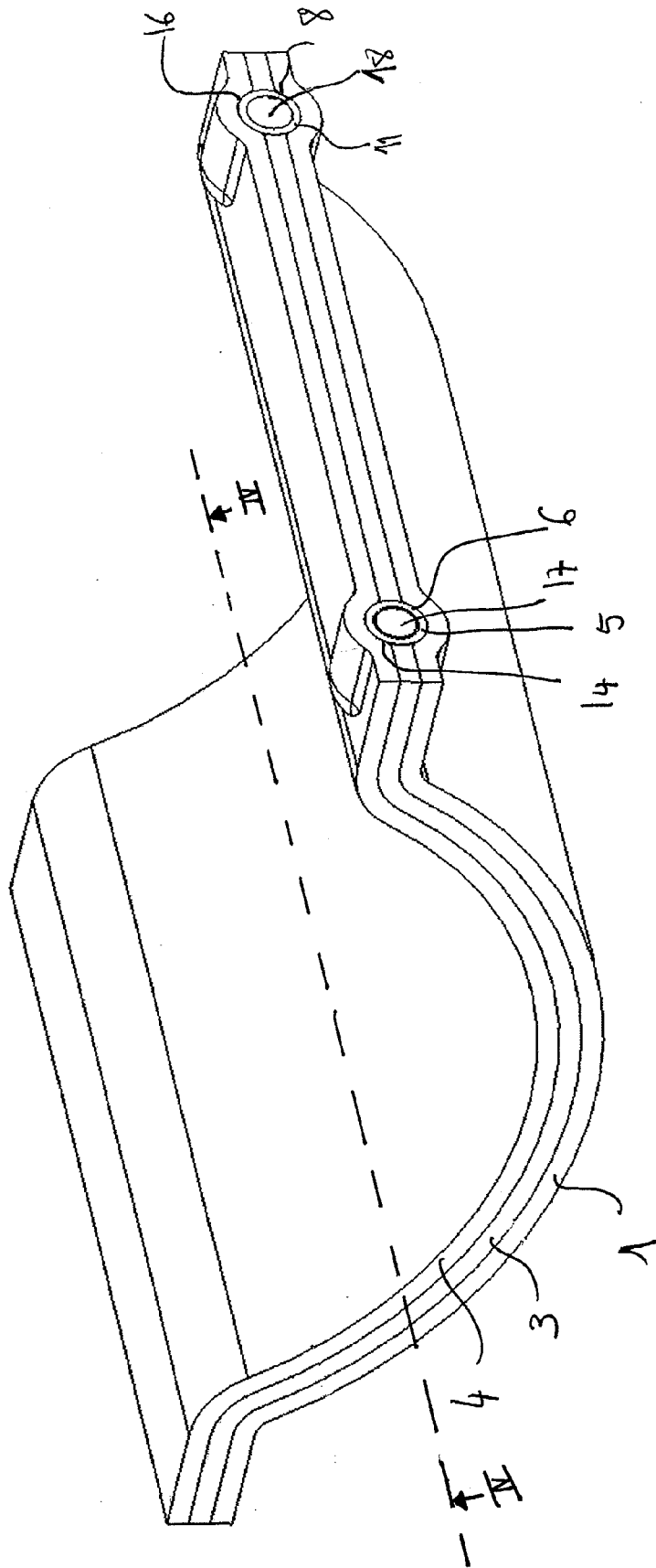


Fig. 3

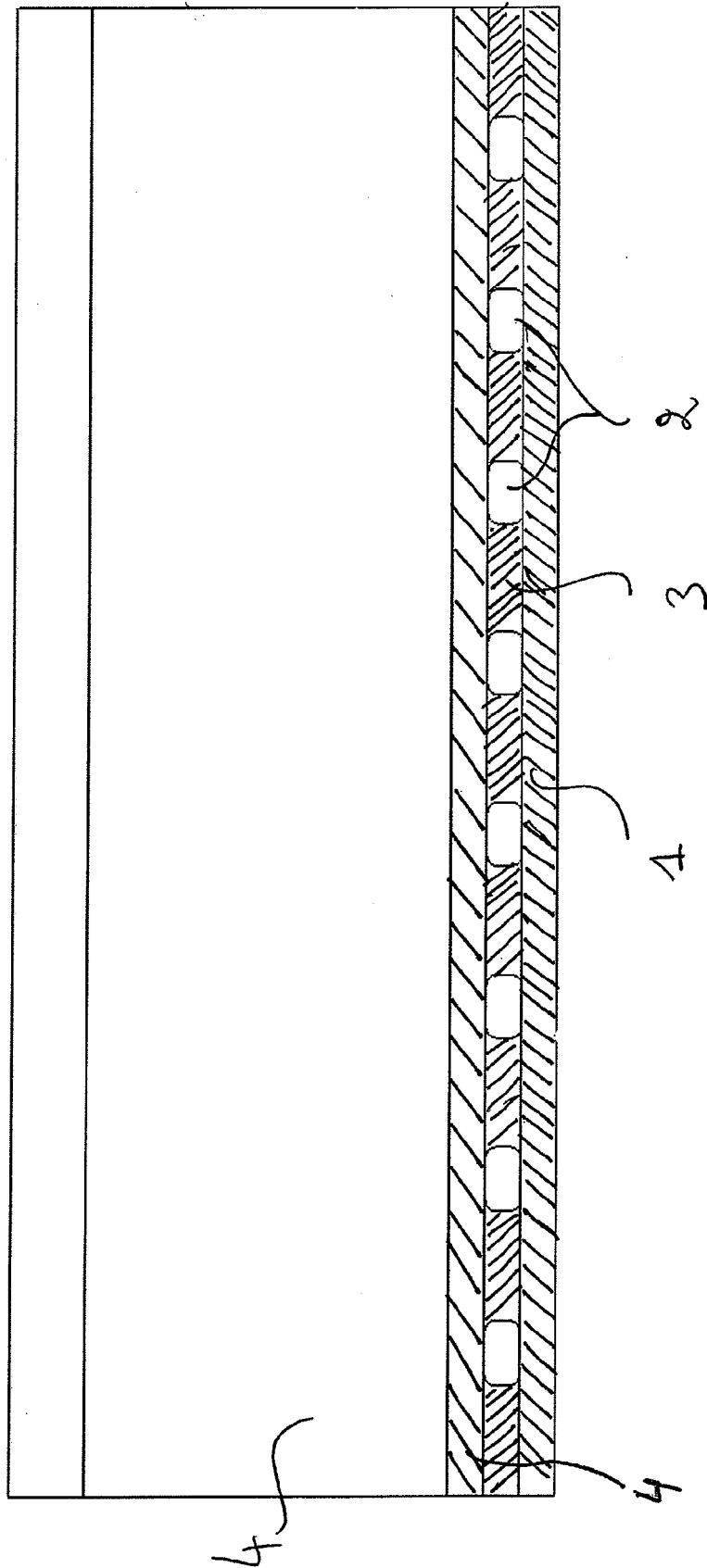


Fig.4



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 11 16 0278

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	US 5 876 550 A (FEYGIN MICHAEL [US] ET AL) 2 mars 1999 (1999-03-02) * colonne 7, ligne 53 - colonne 8, ligne 15; figures 1, 36-42, 65 * * colonne 13, ligne 1 - colonne 13, ligne 61 * * colonne 22, ligne 64 - colonne 23, ligne 11 * * colonne 27, ligne 16 - colonne 28, ligne 44 * * colonne 37, ligne 9 - colonne 37, ligne 24 * -----	10	INV. B29C33/04 B29C33/38
A	WO 96/14196 A1 (WYTKIN ANDREW JAMES [AU]) 17 mai 1996 (1996-05-17) * revendications 1-3, 7-9; figures 14-19 * * page 8, ligne 22 - page 9, ligne 24 * -----	1-10	
A	WO 2011/029276 A1 (SUZHOU RED MAPLE WIND BLADE MOULD CO LTD [CN]; MIRONOV GABRIEL [CA]) 17 mars 2011 (2011-03-17) * abrégé * * figure 1 * * page 4, dernier alinéa - page 5, alinéa 2 * -----	1-10	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) B29C
A	DE 33 01 337 A1 (BUCHNER HOLGER; FERGER EBERHARD) 19 juillet 1984 (1984-07-19) * page 6, alinéa 1 - page 8, alinéa 2; figures 1, 3 * -----	1-10	
A	JP 5 200756 A (TOTO LTD) 10 août 1993 (1993-08-10) * abrégé * -----	1-10	
		-/--	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 19 août 2011	Examineur Gemeinböck, Gerald
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 11 16 0278

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A	US 5 031 483 A (WEAVER WILLIAM R [US]) 16 juillet 1991 (1991-07-16) * colonne 5, ligne 12 - colonne 6, ligne 27; revendications 1, 6, 16, 17; figures 3, 7 * * colonne 7, ligne 25 - colonne 8, ligne 50 * -----	10	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 19 août 2011	Examineur Gemeinböck, Gerald
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

 2
EPO FORM 1503 03.02 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 11 16 0278

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

19-08-2011

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5876550	A	02-03-1999	AUCUN	
WO 9614196	A1	17-05-1996	CA 2204497 A1 EP 0790887 A1 US 5989008 A	17-05-1996 27-08-1997 23-11-1999
WO 2011029276	A1	17-03-2011	CN 102019651 A	20-04-2011
DE 3301337	A1	19-07-1984	AUCUN	
JP 5200756	A	10-08-1993	AUCUN	
US 5031483	A	16-07-1991	AUCUN	

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82